

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

United States Patent and Trademark
Office
(Box PCT)
Crystal Plaza 2
Washington, DC 20231
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year)

20 July 1999 (20.07.99)

International application No.

PCT/DE98/03254

Applicant's or agent's file reference

GR 97 P 2982 P

International filing date (day/month/year)

06 November 1998 (06.11.98)

Priority date (day/month/year)

28 November 1997 (28.11.97)

Applicant

GOTTWALD, Erich

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒

in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

23 June 1999 (23.06.99)

☐

in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

R. Forax

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

09/555298

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts GR 97 P 2982 P	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 98/ 03254	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 06/11/1998	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 28/11/1997
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 4 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 3

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

Feld III

WORTLAUT DER ZUSAMMENFASSUNG (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)

In einem Übertragungsabschnitt (SLWR) wird über einen Koppler (K) von zwei Pumpsignalen mit zwei unterschiedlichen Wellenlängen (λ_B , λ_R) eingespeist, wo die erste Wellenlänge (λ_B) unter der kleinsten Wellenlänge (λ_{MI}) des optischen Signals (OS) liegt und die zweite Wellenlänge (λ_R) über der größten Wellenlänge (λ_{MA}) des optischen Signals (OS) liegt. Mit Pumpleistung des zweiten Pumpsignals (PS2) wird das optische Empfangssignal (OS_E) abgeschwächt, während das erste Pumpsignal (PS1) erhöht den Signalspiegel wieder, die Verkippung erfolgt. So können unterschiedliche Verkippungen bei einstellbaren Dämpfungs- oder Verstärkungswerten realisiert werden.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H04B10/17 H01S3/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H04B H01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 139 081 A (POLAROID CORP) 2. Mai 1985	1,7-9, 12, 14-16, 19-21,23
Y	siehe Seite 12, Zeile 24 - Seite 13, Zeile 11 siehe Seite 36, Zeile 9 - Zeile 19 siehe Seite 36, Zeile 35 - Zeile 21 siehe Abbildungen 1,3,8,9 ---	2,4,5,10
X	EP 0 734 105 A (FUJITSU LTD) 25. September 1996 siehe Seite 37, Zeile 26 - Zeile 41 siehe Seite 37, Zeile 49 - Seite 38, Zeile 13 siehe Abbildungen 20,47,49 --- -/--	1,6,8,9, 11-13, 15-17

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. März 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/04/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cochet, B

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>GB 2 294 170 A (FUJITSU LTD) 17. April 1996</p> <p>siehe Seite 16, Zeile 31 - Seite 17, Zeile 12 siehe Seite 25, Zeile 14 - Seite 26, Zeile 1 siehe Abbildungen 13,18-20 -----</p>	<p>1,6-9, 11-13, 15-17, 19-23</p>
X	<p>JP 58 085588 A (NIPPON DENKI KK) 21. Mai 1983 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 -----</p>	<p>1</p>
Y	<p>JP 59 065828 A (NIPPON DENSHIN DENWA KOSHA) 14. April 1984 siehe Abbildungen 2,5 -----</p>	<p>2,4,5,10</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03254

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0139081	A	02-05-1985	US 4616898 A AT 46413 T AU 570950 B AU 2681684 A CA 1231138 A JP 2060058 C JP 7099787 B JP 60236277 A	14-10-1986 15-09-1989 31-03-1988 17-10-1985 05-01-1988 10-06-1996 25-10-1995 25-11-1985
EP 0734105	A	25-09-1996	JP 9179152 A	11-07-1997
GB 2294170	A	17-04-1996	JP 8095097 A US 5764404 A	12-04-1996 09-06-1998
JP 58085588	A	21-05-1983	NONE	
JP 59065828	A	14-04-1984	JP 1386346 C JP 61053709 B	26-06-1987 19-11-1986

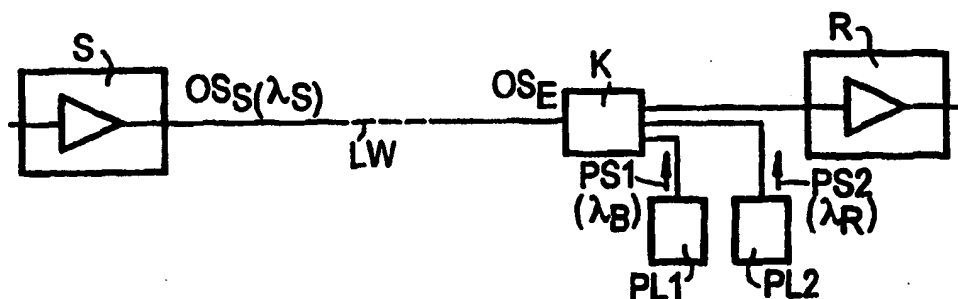
PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 6 : H04B 10/17, H01S 3/30	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/29057 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. Juni 1999 (10.06.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03254 (22) Internationales Anmeldedatum: 6. November 1998 (06.11.98) (30) Prioritätsdaten: 197 52 983.6 28. November 1997 (28.11.97) DE 197 52 982.8 28. November 1997 (28.11.97) DE	(81) Bestimmungsstaaten: BR, CN, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GOTTWALD, Erich [DE/DE]; Josef-Kammerloher-Strasse 18, D-83607 Holzkirchen (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).		

(54) Title: METHOD FOR ADJUSTING THE LEVEL OF OPTICAL SIGNALS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR PEGELEINSTELLUNG FÜR OPTISCHE SIGNALE



(57) Abstract

Two pump signals with two different wavelengths (λ_B , λ_R) are fed via a coupler into the transmission segment (SLWR). The first wavelength (λ_B) is shorter than the smallest wavelength (λ_{MI}) of the optical signal (OS) and the second wavelength (λ_R) is larger than the largest wavelength (λ_{MA}) of the optical signal (OS). The optical receiving signal (OS_E) is weakened with the pump power of the second pump signal (PS2). While the first pump signal (PS1) increases once again the signal level, tilting occurs. Different tiltings with adjustable attenuation or amplification values can be thus carried out.

(57) Zusammenfassung

In einem Übertragungsabschnitt (SLWR) wird Pumpenergie über einen Koppler (K) von zwei Pumpsignalen mit zwei unterschiedlichen Wellenlängen (λ_B , λ_R) eingespeist, wo die erste Wellenlänge (λ_B) unter der kleinsten Wellenlänge (λ_{MI}) des optischen Signals (OS) liegt und die zweite Wellenlänge (λ_R) über der größten Wellenlänge (λ_{MA}) des optischen Signals (OS) liegt. Mit Pumpleistung des zweiten Pumpsignals (PS2) wird das optische Empfangssignal (OS_E) abgeschwächt, während das erste Pumpsignal (PS1) den Signalspiegel wieder erhöht, erfolgt die Verkipfung. So können unterschiedliche Verkipfungen bei einstellbaren Dämpfungs- oder Verstärkungswerten realisiert werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Verfahren zur Pegeleinstellung für optische Signale

5 Optische Signale werden über Lichtwellenleiter übertragen. Zu ihrer Verstärkung werden häufig Faserverstärker verwendet. Diese verwenden entweder speziell dotierte Faserstücke oder nutzen nichtlineare Effekte auf normalen Übertragungsfasern aus, wie der in ntz, Band 43, (1990), Heft1, Seiten 8 bis 13
10 beschriebene Faser-Raman-Verstärker.

Bei vielen Übertragungseinrichtungen werden auch Dämpfungsglieder eingesetzt, mit denen erforderliche Pegelwerte, beispielsweise die Eingangspegel von Verstärkern, eingestellt
15 werden, wie dies beispielsweise in IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 6.No.4, April 1994, Seiten 509 bis 512 beschrieben ist.

Moderne Übertragungssysteme verwenden das Wellenlängenmultiplexverfahren, bei dem mehrere Übertragungskanäle zu einem Übertragungsband zusammengefaßt werden, das gemeinsam verstärkt wird. Durch den Ramaneffekt kommt es zu einer Verkip-
20 pung der Signale, die bisher durch nichtlineare Verstärker und Filter kompensiert wird. Die Grundlagen der stimulierten Ramanstreuung, sind in Nonlinear Fiber Optics, Second
25 Edition, Govind P. Agrawal, Academic Press, Chapter 8, beschrieben.

Die stimulierten Ramanstreuung, SRS, bewirkt, daß die in
30 "langwelligen" Kanälen übertragenen Signale auf Kosten der in "kurzwelligen" Kanälen übertragenen Signale verstärkt werden; anders ausgedrückt, den kurzwelligen "blauen" Kanälen wird Energie entzogen, sie werden mit abnehmender Wellenlänge (zunehmender Frequenz) stärker gedämpft, während dies den
35 langwelligeren "roten" Kanälen zugute kommt. Je größer die Wellenlängen, desto mehr profitieren die entsprechenden

Übertragungskanäle. Entsprechendes gilt für die Spektralanteile von Signalen mit hohen Bitraten.

In den Figuren 1 und 2 ist die Auswirkung des SRS-Effekts dargestellt. Das linke Diagramm zeigt einen von der Wellenlänge unabhängigen konstanten Empfangspegel des blauen Übertragungsbandes (Wellenlängenbereichs) λ_B . Im rechten Diagramm ist der Empfangspegel dargestellt, wenn gleichzeitig ein weiterer "roter" Wellenlängenbereich zur optischen Signalübertragung genutzt wird. Je kleiner die Wellenlänge des blauen Übertragungsbandes, desto stärker ist die Dämpfung.

In Figur 2 sind die Pegelverhältnisse für das "rote" Übertragungsband λ_R dargestellt. Das linke Diagramm zeigt wieder den linearen Pegelverlauf für den Fall, daß nur in diesem Übertragungsband Signale übertragen werden. Erfolgt zusätzlich eine Übertragung im "blauen" Wellenlängenbereich, wird der Pegel mit zunehmender Wellenlänge mehr angehoben. Dies hängt nur wenig davon ab, ob die Signale in den Übertragungsbandern in gleicher oder entgegengesetzter Richtung übertragen werden (co-propagating waves - counter-propagating waves).

In den heute typischen Übertragungssystemen mit zweimal acht Kanälen treten durch den beschriebenen Effekt Zusatzdämpfungen bzw. Verstärkungen in einem Übertragungsabschnitt (ca. 40-80km) zwischen 0,4 bis 0,7 dB auf. Bei Übertragungstrecken mit bis zu 10 oder mehr Übertragungsabschnitten und entsprechend vielen Zwischenverstärkern summieren sich diese Pegeländerung entsprechend auf. Fällt eines der Übertragungsbander aus, so ändert sich der Signalpegel auch im intakten Übertragungsband sehr schnell. Die automatische Verstärkungsregelung auf der Empfangsseite kann üblicherweise diese Pegelschwankungen nicht schnell genug ausgleichen, so daß Fehlerbursts im Millisekundenbereich die Folgen sind. In diesem Fall ist eine schnelle Wiederherstellung des bisherigen Pegels erforderlich.

Für viele Anwendungszwecke sollen der Pegel und die Verkipfung von Signalbändern häufig unabhängig voneinander einstellbar sein.

- 5 Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Anordnung zur Einstellung des Pegels und der Verkipfung für optische Signale anzugeben.

Eine weitere Aufgabe besteht daher darin, das Verfahren zur
10 raschen Stabilisierung des Signalpegels im intakten Übertragungsband bei Ausfall des anderen Übertragungsbandes auszubilden und eine geeignete Anordnung anzugeben.

Ein die Hauptaufgabe lösendes Verfahren ist im Patentanspruch
15 1 angegeben. In dem unabhängigen Patentanspruch 9 ist eine geeignete Anordnung beschrieben..

Die weitergehende Ausbildung des Verfahrens zur Stabilisierung ist im Anspruch 14 und eine geeignete mit
20 geringem Aufwand zu realisierende Anordnung in Anspruch 21 beschrieben.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.
25

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahren ist es, daß der Signalpegel und die Verkipfung unabhängig voneinander einstellbar sind. Durch das Verfahren kann das Signal, beispielsweise ein Wellenlängenmultiplexsignal, sowohl verstärkt
30 als auch abgeschwächt werden. Außerdem kann die Verkipfung in größeren Bereichen geändert werden, so daß eine gewünschte Entzerrung des Signals erfolgt. Durch Pump-laser werden Pumpsignale mit Wellenlängen oberhalb und/oder unterhalb des Übertragungsbandes eingespeist. Diese Pumpsignale entziehen
35 dem Signal entweder Energie oder führen ihm Energie zu. Durch Veränderung der Pumpenergie wird das Signal also verstärkt oder gedämpft, wobei gleichzeitig eine Verkipfung auftritt.

Durch die geeignete Wahl der Pumplaserwellenlängen können Gewinn/Dämpfung und Verkipfung in weiteren Bereichen gesteuert werden.

5

Es ist vorteilhaft, wenn die Pumpenergie am empfangsseitigen Ende eingespeist wird, da dies zu seinem günstigeren Rauschverhältnis führt. Die Verkipfung ist abhängig vom Abstand der Wellenlänge des Pumplasers zur (mittleren) Wellenlänge des Signals. Die Anordnung kann vorzugsweise auch nur als Dämpfungsglied ausgeführt werden. Durch die Wahl der Pumpwellenlänge kann der Grad der Verkipfung in Abhängigkeit von der Dämpfung bestimmt werden. Ein solches „optisches Dämpfungsglied“ kann auch zur Pegelregelung des empfangsseitigen optischen Signals verwendet werden. Bei einem besonders einfachen auf den jeweiligen Anwendungsfall zugeschnittenen Dämpfungsglied wird nur ein Laser verwendet, wodurch eine gewünschte Abhängigkeit zwischen Dämpfung und Verkipfung hergestellt wird.

20

Beim Ausfall eines Übertragungsbandes bleibt der Pegel in dem ungestörten Übertragungsband nahezu konstant, wenn der Pumplaser entweder als Energielieferant oder als Energieabsorber eingesetzt wird, der die Wirkung des ausgefallenen Übertragungsbandes kompensiert. Da die zur Kompensation des ausgefallenen Übertragungsbandes benötigte Leistungsänderung des Pumplasers bekannt ist, wird seine entsprechende Leistung sehr schnell geändert, damit möglichst wenig Übertragungsfehler auftreten. Eine exakte Nachregelung ist im allgemeinen nicht erforderlich, kann jedoch zusätzlich vorgesehen werden.

30

Im allgemeinen ergibt sich ein günstigeres Signal-Geräusch-Verhältnis, wenn der Pumplaser auf der Empfangsseite eingesetzt wird. Hier kann die Steuerung gegebenenfalls auch in den Empfangsverstärker eingreifen, um durch Steuerung seines

35

Übertragungsverhaltens einen optimalen Pegelverlauf zu erreichen.

- Um gleichzeitig mit dem Pegel die Verkipfung des ungestörten Übertragungsbandes auszugleichen, ist es vorteilhaft, wenn die Frequenz eines im ungestörten Betriebsfall abgeschalteten Pumplasers etwa der Mittenfrequenz des ausgefallenen Übertragungsbandes entspricht.
- Für optimale Kompensation des ausgefallenen Übertragungsbandes ist es zweckmäßig, mehrere Pumplaser mit unterschiedlichen Wellenlängen unterhalb und/oder oberhalb der Übertragungsbänder zu verwenden. Eine optimale Kompensation ist bereits mit zwei Pumpsignalen mit unterschiedlichen Wellenlängen möglich. Günstig - jedoch oft nicht zu realisieren - ist auch die Verwendung eines Pumplasers, dessen Frequenz zwischen beiden Wellenlängenbereichen liegt, da die Übertragungsbänder dann gleich behandelt werden.
- Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand von Figuren näher erläutert.
- Es zeigen:
- | | | |
|----|---------|---|
| 25 | Figur 3 | ein Prinzipschaltbild zur Pegeleinstellung eines optischen Signals, |
| | Figur 4 | den Pegelverlauf eines optischen Signals in Abhängigkeit von zwei Pumpsignalen und |
| 30 | Figur 5 | eine Einrichtung zur Pegelregelung. |
| | Figur 6 | einen mit einem Pumplaser versehenen Übertragungsabschnitt, |
| | Figur 7 | einen Übertragungsabschnitt mit empfangsseitig eingefügtem Pumplaser, |
| 35 | Figur 8 | einen Übertragungsabschnitt mit einem sendeseitig und einem empfangsseitig eingefügten Pumplaser, |

Figur 9 einen Übertragungsabschnitt mit zwei empfangsseitig eingefügten Pumplasern in einem bevorzugtem Ausführungsbeispiel und

5 Figur 10 zwei empfangsseitig eingefügte Pumplaser für bidirektionalen Betrieb.

Figur 3 zeigt einen Übertragungsabschnitt mit einer Sendeeinrichtung S, beispielsweise einem Laser oder einem Verstärker, der ein optisches Signal OS_s mit einem größeren Wellenlängenbereich λ_s in einen Lichtwellenleiter LW einspeist, und eine
10 Empfangseinrichtung R, die ebenfalls einen Verstärker aufweist. Bei dem optischen Signal kann es sich beispielsweise um ein digitales Multiplexsignal mit einer größeren Bandbreite oder um ein Wellenlängenmultiplexsignal handeln. Das durch die
15 Übertragungsstrecke gedämpfte optische Signal (Empfangssignal) OS_e wird der Empfangseinrichtung R zugeführt.

Empfangsseitig sind zwei Pumplaser PL1 und PL2 angeordnet,
20 die ein Pumpsignal PS1 mit einer Wellenlänge λ_B , die unterhalb der kleinsten Wellenlänge λ_{MI} des optischen Signals liegt, und ein Pumpsignal PS2 mit einer Wellenlänge λ_R , die oberhalb der größten Wellenlänge λ_{MA} des optischen Signals liegt (Figur 2), über einen Koppler K in den Lichtwellenleiter einspeist. Das Pumpsignal PS2 schwächt das optische
25 Signal OS_e ab. Je höher die Leistung des Pumpsignals, desto schwächer wird das optische Signal. Diese Schwächung nimmt mit der Differenz der Wellenlänge des optischen Signals zur Wellenlänge des Pumplasers zu. Das Pumpsignal PS1 erhöht den
30 Signalpegel wieder, die Verkipfung erfolgt aber in derselben Drehrichtung. Da aber der Abstand zum Frequenzband λ_s bzw. dessen mittlerer bzw. kleinster Wellenlänge λ_{MI} ungleich dem Abstand der Wellenlänge λ_R des zweiten Pumpsignals ist, ergibt sich ein anderer Bezug zwischen Verstärkung und Verkip-
35 pung. So können unterschiedliche Verkipnungen bei einstellbaren Dämpfungs- oder Verstärkungswerten realisiert werden.

- Soll ein Dämpfungsglied realisiert werden, so muß die Wirkung des Pumplasers mit „roter“ Wellenlänge (größer als die maximale Wellenlänge λ_{MA}) überwiegen. Soll dagegen ein Verstärker realisiert werden, so muß die Wirkung des „blauen“ Pumplasers mit „blauer“ Wellenlänge (kleiner als die minimale Wellenlänge λ_{MI}) überwiegen.

- Bei einer vereinfachten Ausführungsform eines Dämpfungsgliedes, bei der jedoch eine unabhängige Einstellung von Verkippung und Pegel nicht mehr möglich ist, wird nur ein „roter“ Pumplaser verwendet.

- Darüber hinaus können Verstärker auch mit mindestens zwei „blauen“ Pumplasern realisiert werden, die unterschiedliche Verkippungen bei gleichen Verstärkungen ermöglichen. Ebenso können Dämpfungsglieder mit mindestens zwei „roten“ Pumplasern realisiert werden, die unterschiedliche Verkippungen bei gleichen Dämpfungswerten ermöglichen.

- In Figur 4 zeigt die Wirkung zweier Pumplaser. Der obere über gestrichelt aufgezeichnete Pegelverlauf (P - Pegel, λ - Wellenlänge) des optischen Empfangssignals OS_{E1} weist zunächst bei kleinen Wellenlängen einen größeren und bei großen Wellenlängen einen kleinen Pegel auf. Dieser Verlauf, der den auf der Übertragungsstrecke wirksamen Raman-Effekt überkompensiert, wird durch sendeseitige oder empfangsseitige Filter oder Verstärker erzielt.

- Sobald aber der Pumplaser PL2 eingeschaltet wird, kommt es zur Abschwächung des empfangenen Signals OS_{E2} , wobei die kurzwelligeren (höherfrequenten) Signale stärker abgeschwächt werden. Wird der Pumplaser PL1 aktiv, so wird der Pegel wieder angehoben, die Verkippung des Empfangssignals OS_E verstärkt sich jedoch nochmals und es wird ein linearer Pegelverlauf erzielt.

Da die Abstände der Wellenlängen der Pumplaser zum Empfangssignal unterschiedlich sind, können Verkipfung und Pegel in bestimmten Bereichen unabhängig voneinander eingestellt werden. Wenn die Wellenlängen beider Pumplaser größer als die
5 maximale Wellenlänge des Empfangssignals sind, kann die Dämpfung in einem größeren Bereich und unabhängig von der Verkipfung eingestellt werden. Entsprechendes gilt für blaue Pumplaser.

10 In Figur 5 zeigt einen Pumplaser PL als Teil einer empfangsseitig angeordneten Regelschaltung. Ein Teil des optischen Empfangssignals OS_E wird als Meßsignal über einen Meßkoppler K2 ausgekoppelt und einer Steuerung ST zugeführt, die die Amplitude des optischen Empfangssignals durch
15 Steuerung des Pumplasers, der sein Pumpsignal über einen Koppler K1 (als Koppler wird hier jede Einrichtung verstanden, die das Einspeisen eines Signals ermöglicht) in den Lichtwellenleiter einspeist, konstant hält. Die Steuerung kann zusätzlich in den Empfangsteil eingreifen und nach einem
20 vorgegebenen Schema den Pumplaser und die Verstärkung bzw. Gewinnverkipfung steuern. Anstelle einer Steuerung kann auch eine Regelschaltung oder die Kombination einer Steuerung und einer Regelung eingesetzt werden.

25 Figur 6 zeigt einen Streckenabschnitt mit einer Sendeeinrichtung S, beispielsweise einem sendeseitigen Verstärker, der ein optisches Signal OS in einen Lichtwellenleiter LW einspeist, einen Lichtwellenleiter LW und eine Empfangseinrichtung R. Das optische Signal besteht aus beispielsweise zwei-
30 mal acht Kanälen, die in einem blauen Übertragungsband λ_B (1535 bis 1547 nm) und einem roten Übertragungsband λ_R (1550 bis 1562 nm) ausgesendet werden. Auf der Sendeseite - oder auch am Anfang eines beliebigen Streckenabschnitts zwischen den dargestellten Verstärkern - ist ein erster Pumplaser PL1
35 vorgesehen, der ein Pumpsignal PS mit konstanter Wellenlänge λ_{L1} über einen optischen Koppler K2 (als Koppler wird stets jede Einrichtung verstanden, die das Einspeisen eines Signals

ermöglicht) in die Faser des Lichtwellenleiters LW schickt. Dies kann sowohl ein langwelliger "roter" Pumplaser sein, dessen Wellenlänge oberhalb der Wellenlänge des "roten" Übertragungsbandes bei ca. 1600 (bis ca.1630 nm) liegt, als
5 auch ein kurzwelliger "blauer" Pumplaser mit einer Wellenlänge bei 1480 nm (bis ca.1440 nm).

Die Pumplaser können (zusammen mit geeigneten Filtern oder Verstärkern) sowohl im ungestörten Betrieb zur Kompensation
10 des Ramaneffektes oder sonstiger Nichtlinearitäten als auch bei Ausfall eines Übertragungsbandes zur Kompensation der durch den Ramaneffekt hervorgerufenen Pegeländerung verwendet werden.

15 Geht man davon aus, daß bei ungestörtem Betrieb der Pumplaser aktiv ist, so ist (in der Regel) seine Leistung geringer als die Signalleistung. Wird ein langwelliger Pumplaser verwendet und fällt das rote Band aus, so muß die Pumpleistung erhöht werden, um dem blauen Übertragungsband mehr Energie zu ent-
20 ziehen. Fällt dagegen das blaue Band aus, so muß die Leistung des Pumplasers erniedrigt werden, damit dem "roten" Übertragungsband weniger Energie entzogen wird.

Bei einem kurzwelligen "blauen" Pumplaser liegen die Verhält-
25 nisse genau umgekehrt. Fällt das rote Band aus, so muß die Leistung erniedrigt werden, da dem blauen Übertragungsband bereits weniger Energie entzogen wird. Fällt dagegen das
blaue Übertragungsband aus, so muß die Leistung des Pump-
lasers erhöht werden, um dem roten Übertragungsband die glei-
30 che Energie wie bisher zuzuführen.

Eine geeignete Steuerung ST muß, um den Ausfall des Übertra-
gungsbandes oder auch einzelner Kanäle festzustellen, zu-
nächst die Signalpegel beider Übertragungsbänder separat mes-
35 sen. Hierzu werden die übertragenen Signale über einen Meß-
koppler K1 und geeignete optische Filter FI1, FI2 Meßeinrich-
tungen ME zugeführt. Die Werte der gemessenen Signalpegel,

beispielsweise der Summenpegel, werden einer Steuereinrichtung SE zugeführt, die die Leistung des Pumphoszillators entsprechend der Änderung nachsteuert.

- 5 Der Pumplaser, der erst im Störungsfall Pumpleistung einkoppelt, kann auch auf der mittleren Frequenz des ausgefallenen Übertragungsbandes arbeiten, um eine optimale Kompensation zu ermöglichen.
- 10 Der Pumplaser kann bei Verwendung einer geeigneten Meßeinrichtung auch zur Korrektur von Pegel und Verkipfung eines beliebigen Signals verwendet werden.

- 15 In Figur 7 ist auf der Empfangsseite ein Pumplaser PL2 mit zugehörigem Koppler K3 und eine Steuerung ST mit zugehörigem Koppler K4 angeordnet. Die empfangsseitige Anordnung ist wegen des günstigeren Rauschverhalten vorzuziehen. Die Steuerung ST kann außerdem in Verstärkerstufen V und ein Dämpfungsglied D des Empfangsteils R eingreifen und die
- 20 gesamte Verstärkung/Dämpfung sowie die Verkipfung optimieren.

- In Figur 8 ist ein Streckenabschnitt dargestellt, in den sendeseitig - dies kann ein beliebiger Punkt zwischen Sendeeinrichtung S und Empfangseinrichtung R sein - ein
- 25 erster Pumplaser PL1 und empfangsseitig ein zweiter Pumplaser PL2 Pumpsignale mit der gleichen Wellenlänge λ_L über Koppler K2 bzw. K3 einspeisen. Hierdurch können schwächere Pumplaser verwendet werden. Durch den sendeseitigen Laser erfolgt auch eine schnellere Reaktion auf das ausgefallene
- 30 Signal/Übertragungsband. Ebenso können Pumplaser mit unterschiedlichen Wellenlängen verwendet werden, um eine bessere Kompensation für das ausgefallene Signal zu erhalten.

- In dieser und in den weiteren Figuren wird auf die Darstellung von Einzelheiten wie der Steuerung und der Messkoppler
- 35 verzichtet.

In Figur 9 erfolgt die Einspeisung von Pumpsignalen PS2, PS3 mit verschiedenen Wellenlängen λ_{L2} , λ_{L3} durch zwei empfangsseitig angeordneten Pumplaser PL2, PL3 über einen entsprechenden Koppler K5. Hierdurch können die Leistungen der Laser
5 kleiner sein können. Durch eine Kombination eines geeigneten roten und eines blauen Pumplasers kann sowohl die Verkippung als auch die Pegeländerung optimal korrigiert werden. Prinzipiell kann eine bessere Kompensation auch durch zwei rote oder zwei blaue Pumplaser mit unterschiedlichen Pumpfrequenzen
10 erreicht werden.

Pumpsignale mit den entsprechenden Wellenlängen können zusätzlich sendeseitig in einer entsprechenden Kompensationseinheit KE eingespeist werden. Dann ist es beispielsweise
15 auch möglich, die sendeseitige Kompensationseinheit mit einer Steuerung und die empfangsseitigen Pumplaser mit einer Regelung auszustatten.

Natürlich können prinzipiell auch mehr als zwei Pumplaser
20 verwendet werden. Ebenso kann das Verfahren auch bei mehr als zwei Übertragungsbändern angewendet werden.

Figur 10 zeigt einen Übertragungsabschnitt für bidirektionalen Betrieb. Die Signale für unterschiedliche
25 Übertragungsrichtungen werden durch Weichen W getrennt. Zwei Pumplaser PL2 und PL3 (oder auch jeweils zwei) speisen an beiden Enden des Übertragungsabschnittes Pumpsignale PS2 und PS3 ein, um für jedes empfangene Signal - auch bei Ausfall eines Signals - eine optimale Kompensation zu erzielen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwellenleiter (LW) übertragenen optischen Signals (OS_E),
5 dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens zwei Pumpsignale (PS_1 , PS_2) mit unterschiedlichen Wellenlängen (λ_B , λ_R) in den Lichtwellenleiter (LW) eingespeist werden.
- 10 2. Verfahren zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwellenleiter übertragenen optischen Signals (OS_E),
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Pumpsignal (PS) eingespeist wird, dessen Wellenlänge (λ_R) größer als die maximale Wellenlänge (λ_{SMA}) des optischen
15 Signals (OS_E) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wellenlänge (λ_R) des Pumpsignals (PS) so gewählt ist,
20 daß eine gewünschte Verkippung bei einer vorgegebenen Änderung der Verstärkung auftritt.
4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß mindestens zwei Pumpsignale (PS_1 , PS_2) eingespeist werden, deren unterschiedliche Wellenlängen (λ_R , ...) größer als die maximale Wellenlänge (λ_{SMA}) des optischen Signals (OS_E)
sind.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein erstes Pumpsignal (PS_1) mit einer Wellenlänge (λ_B) kleiner als die minimale Wellenlänge (λ_{MI}) des optischen
Signals (OS) eingespeist wird
35 und daß ein zweites Pumpsignal (PS_2) mit einer Wellenlänge (λ_R) größer als die maximale Wellenlänge (λ_{MA}) des optischen

Signals (OS) eingespeist wird, das einen anderen Abstand zur mittleren Wellenlänge des optischen Signals (OS) aufweist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet,
daß die Pumpsignale (PS1, PS2) am empfangsseitigen Ende eines Übertragungsabschnitts (S, LW, R) eingespeist werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet,
daß die Pumpleistung der Pumplaser (PL1, PL2) individuell einstellbar ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß die Amplitude eines empfangenen optischen Signals (OS_E) durch Einstellung der Pumpleistung konstant gehalten wird.

9. Anordnung zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwellenleiter (LW) übertragenen optischen Signals (OS_E),
20 dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens zwei Pumplaser (PL1, PL2) vorgesehen sind, die über mindestens einen optischen Koppler (K1) in den Lichtwellenleiter (LW) Pumpsignale (PS1, PS2) einspeisen.

25 10. Anordnung zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwellenleiter (LW) übertragenen optischen Signals (OS_E),
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Pumplaser (PL) vorgesehen ist, der über einen optischen Koppler (K1) in den Lichtwellenleiter (LW) ein Pumpsignal (PS) einspeist, dessen Wellenlänge (λ_R) größer als die Wellenlänge des optischen Signals (OS_E) ist.

11. Anordnung nach Anspruch 9,
35 dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens einer der Pumplaser (PL) am empfangsseitigen Ende eines Übertragungsabschnitts (S, LW, R) angeordnet ist.

12. Anordnung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Steuerung (ST) oder Regelung vorgesehen ist, die die
5 Amplitude und/oder Verkipfung des optischen Signals (OS_E)
einstellt bzw. regelt.

13. Anordnung nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß eine Steuerung (ST) vorgesehen ist, die die Verstärkung
und/oder Verkipfung eines zugehörnden optischen Verstärkers
(V) einstellt.

14. Verfahren zum Korrigieren des Signalpegels mindestens
15 eines von mehreren Übertragungsbändern (λ_B , λ_R) bei der
optischen Signalübertragung über einen Lichtwellenleiter
(LW),
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens ein Pumpsignal (PS1) in den Lichtwellenleiter
20 (LW) eines Übertragungsabschnitts (S, LW, R) eingespeist
wird,
daß die Signalpegel in den Übertragungsbändern (λ_B , λ_R) ge-
messen werden und
daß bei einer Änderung mindestens eines der Signalpegel der
25 Pumplaser (PL1) so nachgesteuert wird, daß der Signalpegel
(P_R) des ungestörten Übertragungsbandes (λ_R) auf dem emp-
fangsseitigen Ende des Übertragungsabschnittes (S, LW, R) zu-
mindest nahezu konstant bleibt.

30 15. Verfahren nach Anspruch 1 oder 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens zwei Pumplaser (PL2, PL3) Pumpsignale (PS2,
PS3) mit unterschiedlichen Pumpwellenlängen (λ_{L2} , λ_{L3}) ein-
speisen.

35 16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet,

daß mindestens jeweils ein Pumpsignal (PS1, PS2) sendeseitig und empfangsseitig eingespeist wird.

17. Verfahren nach Anspruch 1 oder 14,
5 dadurch gekennzeichnet,
daß bei bidirektionaler Übertragung Pumpsignale (PS1, PS2) an beiden Enden des Übertragungsabschnittes (S, LW, R) eingespeist werden.
- 10 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Pumpwellenlänge (λ_{L1} , λ_{L2}) eines zur Kompensation eines ausgefallenen Übertragungsbandes verwendeten Pumplasers (PL1, PL2) etwa dessen mittlerer Wellenlänge entspricht.
- 15 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß im ungestörten Betriebsfall die Verkippung der Übertragungsbänder empfangsseitig minimiert wird und eine Störung
20 eines Übertragungsbandes durch mindestens zwei Pumplaser (PL1, PL2; PL2, PL3) mit unterschiedlichen Wellenlängen (λ_{L1} , λ_{L2} , λ_{L3}) kompensiert wird.
- 25 20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 14 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß langsame Änderungen des Signalpegels und der Verkippung
ausgeregelt werden.
- 30 21. Anordnung zum Korrigieren des Signalpegels mindestens eines von mehreren Übertragungsbändern (λ_B , λ_R) bei der optischen Signalübertragung über einen Lichtwellenleiter (LW),
dadurch gekennzeichnet,
daß in einen Übertragungsabschnitt (S, LW, R) mindestens ein
35 Pumplaser (PL1, PL2) eingefügt ist,
daß eine Steuerung (ST) vorgesehen ist, die die in den Übertragungsbändern (λ_B , λ_R) übertragenen Signalpegel separat

mißt und bei einer Änderung mindestens eines der Signalpegel den Pumplaser (PL1, PL2) so nachsteuert, daß der Pegel (PR) und die Verkipfung im ungestörten Übertragungsband (λ_R) empfangsseitig etwa konstant bleibt.

5

22. Anordnung nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Steuerung (ST) zusätzlich den Verstärker (V, D, V)
des Sendeteils (S) und/oder des Empfangsteils (R) steuert.

10

23. Anspruch nach einem der Anspruch 21 oder 22,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Steuerung (ST) eine zusätzliche Regelkomponente aufweist, die langsame Änderungen des Signalpegels ausregelt.

15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 98/03254

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04B10/17 H01S3/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04B H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 139 081 A (POLAROID CORP) 2 May 1985	1,7-9, 12, 14-16, 19-21,23 2,4,5,10
Y	see page 12, line 24 - page 13, line 11 see page 36, line 9 - line 19 see page 36, line 35 - line 21 see figures 1,3,8,9 ---	
X	EP 0 734 105 A (FUJITSU LTD) 25 September 1996 see page 37, line 26 - line 41 see page 37, line 49 - page 38, line 13 see figures 20,47,49 --- -/--	1,6,8,9, 11-13, 15-17

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents :**

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 March 1999

Date of mailing of the international search report

08/04/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cochet, B

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 294 170 A (FUJITSU LTD) 17 April 1996 see page 16, line 31 - page 17, line 12 see page 25, line 14 - page 26, line 1 see figures 13,18-20 ---	1,6-9, 11-13, 15-17, 19-23
X	JP 58 085588 A (NIPPON DENKI KK) 21 May 1983 see abstract; figure 1 ---	1
Y	JP 59 065828 A (NIPPON DENSHIN DENWA KOSHA) 14 April 1984 see figures 2,5 -----	2,4,5,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03254

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0139081	A	02-05-1985	US 4616898 A AT 46413 T AU 570950 B AU 2681684 A CA 1231138 A JP 2060058 C JP 7099787 B JP 60236277 A	14-10-1986 15-09-1989 31-03-1988 17-10-1985 05-01-1988 10-06-1996 25-10-1995 25-11-1985
EP 0734105	A	25-09-1996	JP 9179152 A	11-07-1997
GB 2294170	A	17-04-1996	JP 8095097 A US 5764404 A	12-04-1996 09-06-1998
JP 58085588	A	21-05-1983	NONE	
JP 59065828	A	14-04-1984	JP 1386346 C JP 61053709 B	26-06-1987 19-11-1986

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H04B10/17 H01S3/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H04B H01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 139 081 A (POLAROID CORP) 2. Mai 1985	1,7-9, 12, 14-16, 19-21,23 2,4,5,10
Y	siehe Seite 12, Zeile 24 - Seite 13, Zeile 11 siehe Seite 36, Zeile 9 - Zeile 19 siehe Seite 36, Zeile 35 - Zeile 21 siehe Abbildungen 1,3,8,9	
X	EP 0 734 105 A (FUJITSU LTD) 25. September 1996 siehe Seite 37, Zeile 26 - Zeile 41 siehe Seite 37, Zeile 49 - Seite 38, Zeile 13 siehe Abbildungen 20,47,49	1,6,8,9, 11-13, 15-17
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. März 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/04/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cochet, B

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>GB 2 294 170 A (FUJITSU LTD) 17. April 1996</p> <p>siehe Seite 16, Zeile 31 - Seite 17, Zeile 12 siehe Seite 25, Zeile 14 - Seite 26, Zeile 1 siehe Abbildungen 13,18-20 ---</p>	<p>1,6-9, 11-13, 15-17, 19-23</p>
X	<p>JP 58 085588 A (NIPPON DENKI KK) 21. Mai 1983 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---</p>	<p>1</p>
Y	<p>JP 59 065828 A (NIPPON DENSHIN DENWA KOSHA) 14. April 1984 siehe Abbildungen 2,5 -----</p>	<p>2,4,5,10</p>

INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

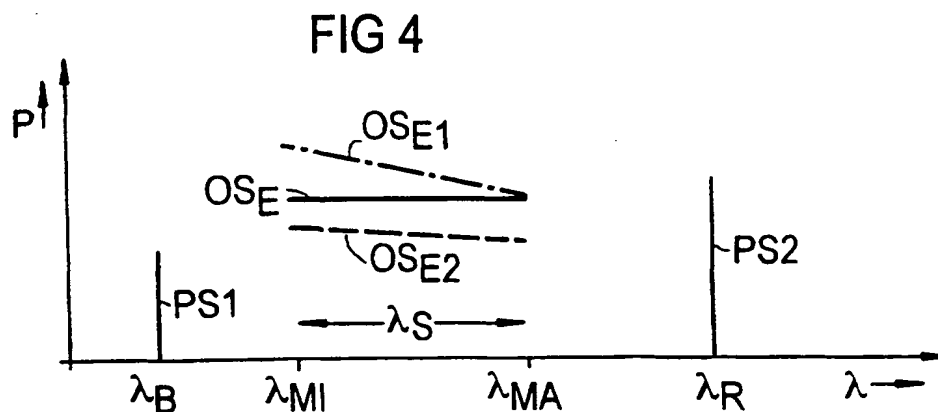
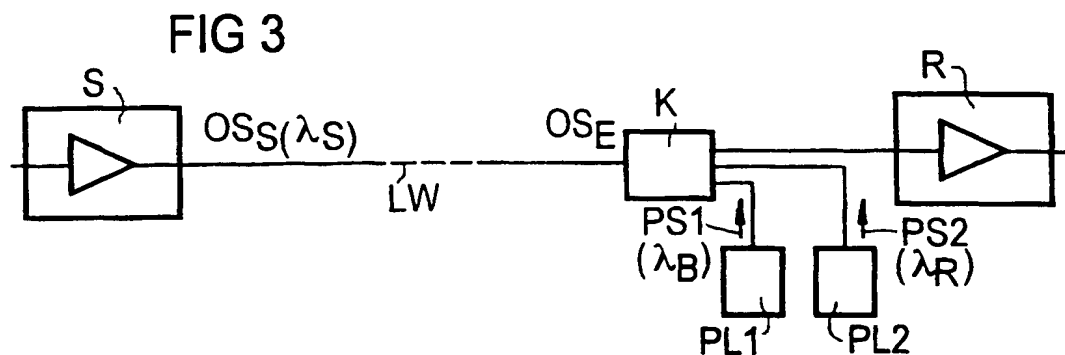
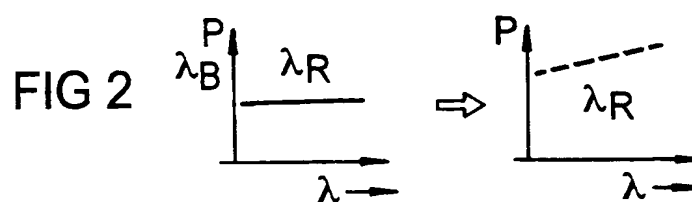
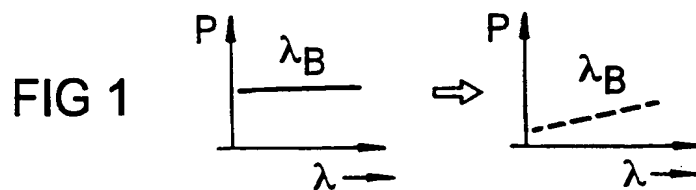
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03254

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0139081 A	02-05-1985	US 4616898 A AT 46413 T AU 570950 B AU 2681684 A CA 1231138 A JP 2060058 C JP 7099787 B JP 60236277 A	14-10-1986 15-09-1989 31-03-1988 17-10-1985 05-01-1988 10-06-1996 25-10-1995 25-11-1985
EP 0734105 A	25-09-1996	JP 9179152 A	11-07-1997
GB 2294170 A	17-04-1996	JP 8095097 A US 5764404 A	12-04-1996 09-06-1998
JP 58085588 A	21-05-1983	KEINE	
JP 59065828 A	14-04-1984	JP 1386346 C JP 61053709 B	26-06-1987 19-11-1986

1 / 3



2 / 3

FIG 5

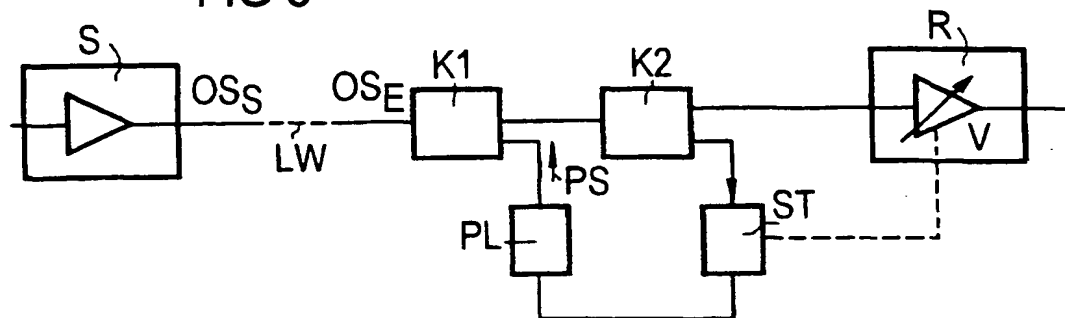


FIG 6

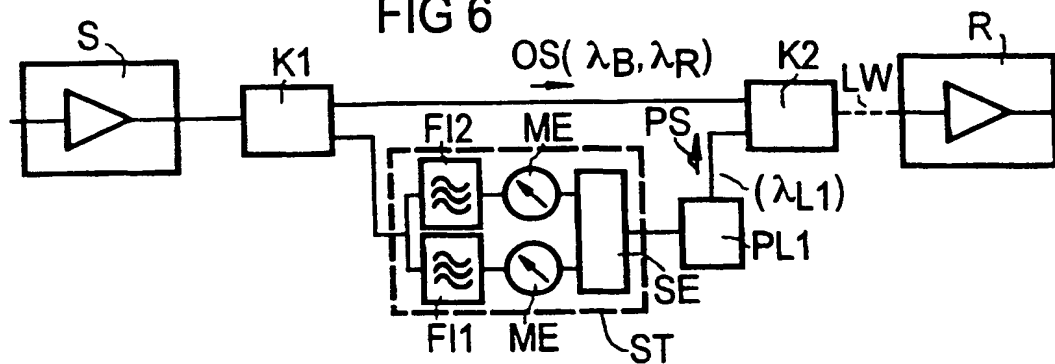
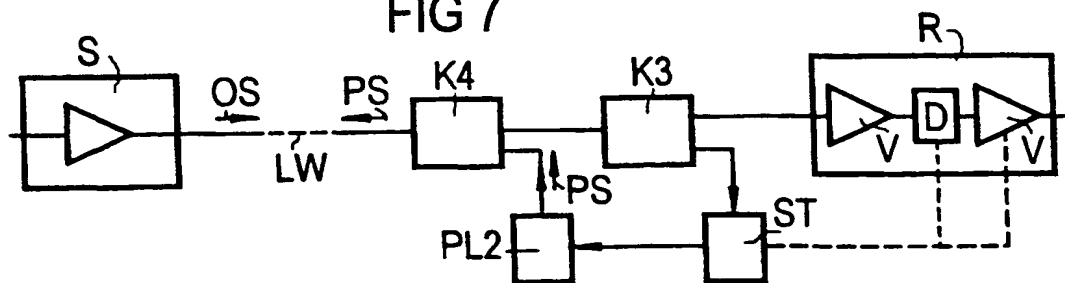


FIG 7



3 / 3

FIG 8

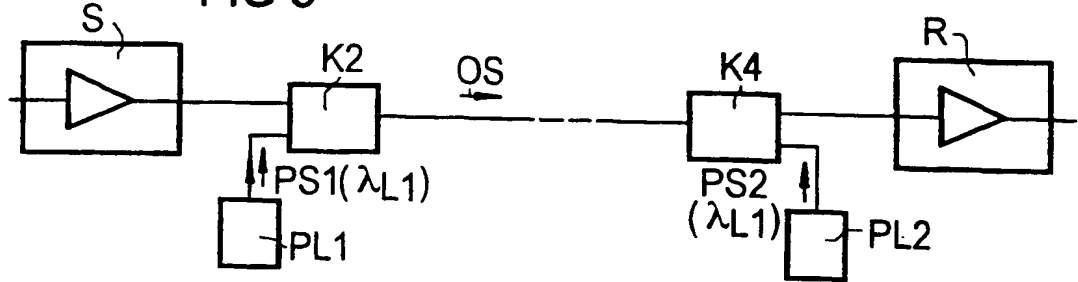


FIG 9

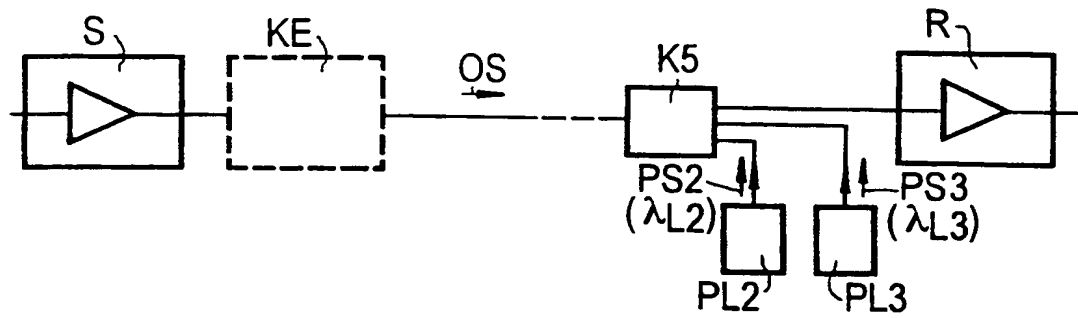
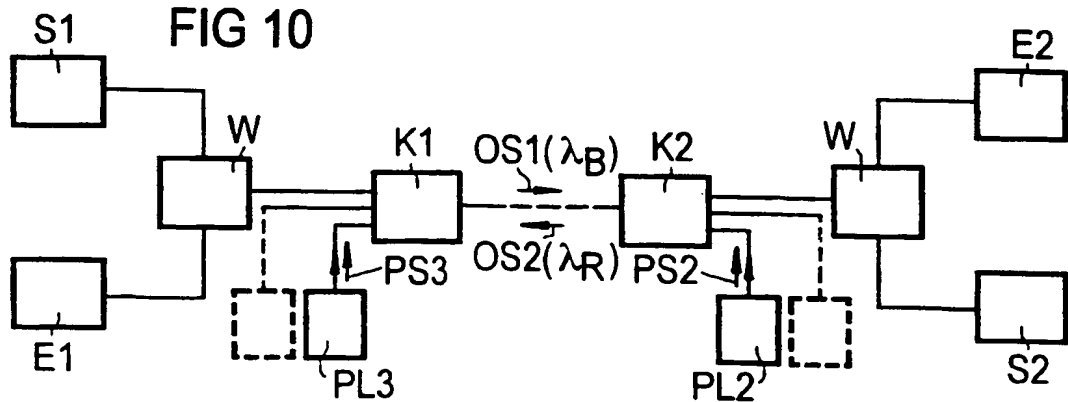


FIG 10



507

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 11 FEB 2000

WIPO

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts GR 97 P 2982 P	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03254	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 06/11/1998	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 28/11/1997
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04B10/17		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 8 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 18 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 23/06/1999	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 03.02.00
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 T.: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Katruff, M Tel. Nr. +49 89 2399 2440 

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03254

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1-12 eingegangen am 10/01/2000 mit Schreiben vom 04/01/2000

Patentansprüche, Nr.:

1-20 eingegangen am 10/01/2000 mit Schreiben vom 04/01/2000

Zeichnungen, Blätter:

1/3-3/3 ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☒ Ansprüche, Nr.: 21-23
☐ Zeichnungen, Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

siehe Beiblatt

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-20
	Nein: Ansprüche	keine
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-20
	Nein: Ansprüche	keine
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-20
	Nein: Ansprüche	keine

2. Unterlagen und Erklärungen

siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

siehe Beiblatt

Zu Punkt I

Grundlage des Berichts

1. Die **Ansprüche 1 und 15** basieren auf den ursprünglichen Ansprüchen 1, 3 und 5 sowie der Beschreibung Seite 1, Zeile 19-22 (breitbandiges WDM) und Seite 3, Zeile 1-3 und 35-38 (Einstellung der Verkipfung).

Anspruch 2 basiert auf den ursprünglichen Ansprüchen 2 und 3, sowie der Beschreibung Seite 4, Zeile 1-4.

Anspruch 4 basiert auf dem ursprünglichen Anspruch 14 sowie der Beschreibung Seite 4, Zeile 19-31 (Ausfall eines Übertragungsbandes) und Seite 3, Zeile 1-3 und 35-38 (Einstellung der Verkipfung).

Anspruch 16 basiert auf dem ursprünglichen Anspruch 21 sowie der Beschreibung Seite 3, Zeile 1-3 und 35-38 (Einstellung der Verkipfung).

Die **abhängigen Ansprüche** basieren auf folgenden ursprünglichen Ansprüchen:

Anspr. 3 auf dem ursprünglichen Anspr. 4; Anspr. 5 auf dem urspr. Ansp. 15;

Anspr. 6 auf dem urspr. Anspr. 5 und fig. 10; Anspr. 7 auf dem urspr. Ansp. 18;

Anspr. 8 auf dem urspr. Anspr. 23 und Seite 4, Zeile 25-31;

Anspr. 9 auf den urspr. Anspr. 3 und 14;

Anspr. 10 auf den urspr. Anspr. 12 und 19;

Anspr. 11 auf den urspr. Anspr. 7 und 8; Anspr. 12 auf dem urspr. Anspr. 6;

Anspr. 13 auf dem urspr. Anspr. 16; Anspr. 14 auf dem urspr. Anspr. 17;

Anspr. 17 auf den urspr. Anspr. 12, 19 und 21;

Anspr. 18 auf dem urspr. Anspr. 21 und Seite 4, Zeile 25-31;

Anspr. 19 auf dem urspr. Anspr. 23 und Seite 4, Zeile 25-31;

Anspr. 20 auf dem urspr. Anspr. 22

Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: EP-A-0 139 081 (POLAROID CORP) 2. Mai 1985

D2: EP-A-0 734 105 (FUJITSU LTD) 25. September 1996

D3: GB-A-2 294 170 (FUJITSU LTD) 17. April 1996

D4: JP 59 065828 A (NIPPON DENSHIN DENWA KOSHA) 14. April 1984

2. Der **Anspruch 1** wird für den Zweck des IPER als ein von **Anspruch 2 abhängiger Anspruch** angesehen (siehe auch Punkt VIII, 1.(a) dieses Prüfungsberichts).

3. **Artikel 33(2) und (3) PCT**

a) Die Anmeldung bezieht sich auf ein Verfahren zur Einstellung der Verkippung und des Pegels optischer Systeme sowie auf eine Anordnung hierfür. Die **Ansprüche 1, 2, 4, 15 und 16** sind neu im Sinne von Artikel 33(2) PCT, da dem Stand der Technik, repräsentiert durch die Dokumente D1-D4, keine entsprechende Lösung zur Einstellung oder Kompensation der Verkippung, insbesondere bei WDM-Systemen mit mehreren Übertragungsbändern, zu entnehmen ist.

b) Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Anordnung zur Einstellung des Pegels und der Verkippung (d.h. des Pegelverlaufs in Abhängigkeit von der Wellenlänge) anzugeben, wobei Pegel und Verkippung unabhängig voneinander einstellbar sind.

c) Der Gegenstand der **Ansprüche 1 und 15** unterscheidet sich vom nächstliegenden Stand der Technik, repräsentiert durch das Dokument D1 durch das Merkmal, daß:

- ein zweites Pumpsignal mit einer Wellenlänge größer als die maximale Wellenlänge des optischen Signals eingespeist wird, das einen anderen Wellenlängenabstand zur mittleren Wellenlänge des optischen Signals als das erste Pumpsignal [mit kleinerer Wellenlänge als das optische Signal] aufweist und die Wellenlänge und Pegel der Pumpsignale so gewählt wird, daß das optische Signal zumindest annähernd die gewünschte Verkippung und den gewünschten Pegel aufweist.

Dokument D1 behandelt ein "optical communication system using raman repeaters and components therefore". D1 offenbart eine Steuerung die bei einer Änderung der empfangenen Signalpegel den Pumplaser nachsteuert. Es gibt keine Hinweise auf die Einspeisung von Pumpsignalen zur Veränderung der Verkippung des ungestörten Übertragungsbandes beim Ausfall eines von mehreren Übertragungsbändern in einem Lichtwellenleiter.

Auch eine Kombination des durch die Dokumente D1 und D4 offenbarten Standes der Technik liefert keinen Hinweis auf die vorgeschlagene Lösung.

Damit beruhen die **Ansprüche 1 und 15** auf einer erfinderischen Tätigkeit im Sinne von Artikel 33(3) PCT.

d) Die in **Anspruch 2** der vorliegenden Anmeldung für diese Aufgabe vorgeschlagene Lösung beruht aus den folgenden Gründen auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT):

Der Gegenstand des **Anspruchs 2** unterscheidet sich vom nächstliegenden Stand der Technik, repräsentiert durch das Dokument D4 durch das Merkmal, daß:

- ein Pumpsignal eingespeist wird [...], dessen [...] Pegel so gewählt ist, daß das optische Signal die gewünschte Verkippung bei einer vorgegebenen Pegeländerung aufweist

Dokument D4 behandelt ein "amplification system for optical signal" und offenbart insbesondere den Gebrauch von Pumplasern mit einer größerer Wellenlänge als die ursprüngliche Nutzsignalquelle. Es gibt keine Hinweise auf die Einspeisung von Pumpsignalen zur Veränderung der Verkippung, wobei der Pegel so gewählt ist, daß das optische Signal die gewünschte Verkippung bei einer vorgegebenen Pegeländerung aufweist.

e) Der Gegenstand des **Anspruchs 4** unterscheidet sich vom nächstliegenden Stand der Technik, repräsentiert durch das Dokument D1 durch das Merkmal, daß:

- bei einer Änderung, insbesondere bei Ausfall, des Signalpegels mindestens eines der Übertragungsbänder mindestens ein Pumpsignal in den Lichtwellenleiter einspeist und sein Pegel so eingestellt wird, daß die Verkippung des mindesten einen ungestörten Übertragungsbandes empfangsseitig zumindest nahezu konstant bleibt.

Dokument D1 gibt keine Hinweise auf die Einspeisung von Pumpsignalen zur Veränderung der Verkippung des ungestörten Übertragungsbandes beim Ausfall

eines von mehreren Übertragungsbändern in einem Lichtwellenleiter. Auch liefert eine Kombination des durch die Dokumente D1 und D4 offenbarten Standes der Technik keinen Hinweis auf die vorgeschlagene Lösung.

Damit beruht **Anspruch 4** auf einer erfinderischen Tätigkeit im Sinne von Artikel 33(3) PCT.

f) Der Gegenstand des **Anspruchs 16** unterscheidet sich vom nächstliegenden Stand der Technik, repräsentiert durch Dokument D1 durch das Merkmal, daß:

- eine Steuerung vorgesehen ist, die die Signalpegel von mindestens zwei Übertragungsbändern mißt und bei einer Änderung des Signalpegels, insbesondere eines Ausfalls, mindestens eines Übertragungsbandes die Leistung des Pumpsignale so einstellt, daß die Verkippung in dem des mindestens einen ungestörten Übertragungsband empfangsseitig etwa konstant bleibt.

Dokument D1 gibt keine Hinweise auf die Einspeisung von Pumpsignalen zur Veränderung der Verkippung des ungestörten Übertragungsbandes beim Ausfall eines von mehreren Übertragungsbändern in einem Lichtwellenleiter.

Damit beruht **Anspruch 16** auf einer erfinderischen Tätigkeit im Sinne von Artikel 33(3) PCT.

g) Die **Ansprüche 3, 5-14 und 17-20** sind von den jeweiligen **Ansprüchen 1, 2, 4, 15 bzw. 16** abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

1. Nach Regel 11.13 m) PCT muß das gleiche Merkmal in der gesamten Anmeldung mit dem gleichen Bezugszeichen versehen sein.

a) Dieses Erfordernis ist bei der Verwendung von " λ_B , λ_R " nicht erfüllt.

(i) Die Bezugszeichen λ_B , λ_R bezeichnen Übertragungsbänder (siehe

Ansprüchen 4, 6, 10, 11 und 16-19 sowie fig. 1, 2 und 10).

(ii) Dieselben Bezugszeichen werden in den **Ansprüchen 1, 2 und 15** und fig. 3, 4 jedoch auch für die Kennzeichnung der Wellenlängen von Pumplasern verwendet (sonst mit λ_{L1} , λ_{L2} , λ_{L3} bezeichnet).

(iii) In den **Ansprüchen 1, 2 und 15** werden zudem die Bezugszeichen λ_B , λ_R zur Kennzeichnung breitbandiger optischer Signale "(OSe, λ_B , λ_R)" verwendet (sonst mit z.B. OS1(λ_B), OS2(λ_R) bezeichnet).

b) Dieses Erfordernis ist bei der Verwendung der Bezugszeichen "PL1, PL2, PL3" ebenfalls nicht erfüllt:

Die Bezugszeichen "(PL1, PL2, PL3)" bezeichnen Pumplaser, sie werden jedoch in den **Ansprüchen 8 und 9** auch zur Kennzeichnung von Pumpsignalen verwendet, die sonst mit PS1-PS3 gekennzeichnet sind (siehe z.B. **Anspruch 10**).

c) Weiter werden für die maximale Wellenlänge des optischen Signals die unterschiedlichen Bezugszeichen " λ_{MA} " und " λ_{SMA} " (siehe **Ansprüche 1 und 2**) verwendet.

2. Die **Ansprüche 2, 3 und 15** weisen orthographisch Mängel auf.

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

1. Artikel 6 PCT

a) Der **Anspruch 1** enthält alle Merkmale des **Anspruchs 2** und ist daher nicht richtig als ein von letzterem abhängiger Anspruch formuliert (Regel 6.4 PCT).

Beschreibung

Verfahren zur Einstellung der Verkippung und des Pegels optischer Signale

5

Optische Signale werden über Lichtwellenleiter übertragen. Zu ihrer Verstärkung werden häufig Faserverstärker verwendet. Diese verwenden entweder speziell dotierte Faserstücke oder nutzen nichtlineare Effekte auf normalen Übertragungsfasern aus, wie der in ntz, Band 43, (1990), Heft1, Seiten 8 bis 13 beschriebene Faser-Raman-Verstärker.

Bei vielen Übertragungseinrichtungen werden auch Dämpfungsglieder eingesetzt, mit denen erforderliche Pegelwerte, beispielsweise die Eingangspegel von Verstärkern, eingestellt werden, wie dies beispielsweise in IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 6.No.4, April 1994, Seiten 509 bis 512 beschrieben ist.

Moderne Übertragungssysteme mehrere Signale mit Hilfe des Wellenlängenmultiplexverfahrens, WDM, bei dem jeweils mehrere Übertragungskanäle zu einem Übertragungsband zusammengefaßt werden, das gemeinsam verstärkt wird. Durch den Ramaneffekt kommt es dabei zu einer Beeinflussung zwischen den Übertragungsbändern, bei der die Pegel der einzelnen Signale (Kanäle) unterschiedlich betroffen sind, die als Verkippung bezeichnet und bisher meist durch nichtlineare Verstärker und Filter kompensiert wurde. Die Grundlagen der stimulierten Ramanstreuung, sind in Nonlinear Fiber Optics, Second Edition, Govind P. Agrawal, Academic Press, Chapter 8, beschrieben.

In der Europäischen Patentanmeldung EP 0 139 081 A2 ist ein optisches Kommunikationssystem beschrieben, bei das übertragene optische Signal aufgrund des stimulierten Raman Effekts durch mehrere Pumpsignale mit unterschiedlichen Wellenlängen verstärkt wird. Die unterschiedlichen

Pumpsignale werden so gewählt, daß die Verstärkungskurve bzw. die Signalpegel möglichst ideal verlaufen.

5 Aus der Europäischen Patentanmeldung EP 0 734 105 A2 ist ein Faserverstärker bekannt, der mittels eines Pumpsignals und eines Spiegels zur Kompensation der Dispersion verwendet wird. Figur 47 zeigt die Verkippung der Signalpegel (sloop gain) in Abhängigkeit von der Pumpleistung.

10 In GB 2 294 170 A ist eine Anordnung zur Verstärkung beschrieben, die die Anzahl der aktiven Kanäle überwacht und auch bei Ausfall einzelner Kanäle den Pegel auf einen vorgewählten Wert hält.

15 Im Patent Abstract of Japan publication number 59065828/application number 57176312 ist ein Verstärker für ein kontinuierliches optisches Signal (constant wave) beschrieben. Das Licht einer kurzwelligeren Signalquelle 11 wird mit Hilfe der auf die Stokes-Wellenlängen abgestimmten
20 Hilfslichtquellen 13 bis 20 aufgrund des Stimulierten Raman Effekts auf die Wellenlänge der langwelligsten Hilfslichtquelle umgesetzt.

Eine zufriedenstellende Einstellung oder Kompensation der
25 Verkippung, insbesondere bei WDM-Systemen mit mehreren Übertragungsbändern, ist keiner dieser Literaturstellen zu entnehmen.

Insbesondere bei WDM-Systemen, bei denen mehrere Gruppen von
30 Signalen übertragen werden, bewirkt die stimulierte Ramanstreuung, SRS, daß die in "langwelligsten" Kanälen übertragenen Signale auf Kosten der in "kurzwelligen" Kanälen übertragenen Signale verstärkt werden; anders ausgedrückt, den kurzwelligen "blauen" Kanälen wird Energie entzogen, sie
35 werden mit abnehmender Wellenlänge (zunehmender Frequenz) stärker gedämpft, während dies den langwelligeren "roten" Kanälen zugute kommt. Je größer die Wellenlängen, desto mehr

profitieren die entsprechenden Übertragungskanäle.

Entsprechendes gilt für die Spektralanteile von Signalen mit hohen Bitraten.

- 5 In den Figuren 1 und 2 ist die Auswirkung des SRS-Effekts dargestellt. Das linke Diagramm zeigt einen von der Wellenlänge unabhängigen konstanten Empfangspegel des blauen Übertragungsbandes (Wellenlängenbereichs) λ_B . Im rechten Diagramm ist der Empfangspegel dargestellt, wenn gleichzeitig ein weiterer "roter" Wellenlängenbereich zur optischen Signalübertragung genutzt wird. Je kleiner die Wellenlänge des blauen Übertragungsbandes, desto stärker ist die Dämpfung.

- 15 In Figur 2 sind die Pegelverhältnisse für das "rote" Übertragungsband λ_R dargestellt. Das linke Diagramm zeigt wieder den linearen Pegelverlauf für den Fall, daß nur in diesem Übertragungsband Signale übertragen werden. Erfolgt zusätzlich eine Übertragung im "blauen" Wellenlängenbereich, wird der Pegel mit zunehmender Wellenlänge mehr angehoben. Dies hängt nur wenig davon ab, ob die Signale in den Übertragungsbändern in gleicher oder entgegengesetzter Richtung übertragen werden (co-propagating waves - counter-propagating waves). Die in den rechten Diagrammen der Figuren 1 und 2 dargestellte Änderung der Pegel in Abhängigkeit von der Wellenlänge, die einem Schwenken um einen gemeinsamen Drehpunkt entspricht, wird als Verkippung bezeichnet.

- 30 In den heute typischen Übertragungssystemen mit zwei mal acht Kanälen treten durch den beschriebenen Effekt Zusatzdämpfungen bzw. Verstärkungen in einem Übertragungsabschnitt (ca. 40-80km) zwischen 0,4 bis 0,7 dB auf. Bei Übertragungstrecken mit bis zu 10 oder mehr Übertragungsabschnitten und entsprechend vielen Zwischenverstärkern summieren sich diese Pegeländerung entsprechend auf. Fällt eines der Übertragungsbänder aus, so ändert sich der Signalpegel auch im intakten Übertragungsband sehr schnell. Die automatische Verstärkungsregelung auf der Empfangsseite kann üblicherweise diese Pe-

gelschwankungen nicht schnell genug ausgleichen, so daß Fehlerbursts im Millisekundenbereich die Folgen sind. In diesem Fall ist eine schnelle Wiederherstellung des bisherigen Pegels erforderlich.

- 5 Für viele Anwendungszwecke sollen der Pegel und die Verkippung von Signalbändern häufig unabhängig voneinander einstellbar sein.

- 10 Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Anordnung zur Einstellung der Verkippung für breitbandige optische Signale anzugeben. Das Verfahren soll ferner auch zur gleichzeitigen Pegeleinstellung verwendet werden.

- 15 Eine weitere Aufgabe besteht daher darin, das Verfahren zur raschen Stabilisierung der Verkippung und des Signalpegels eines intakten Übertragungsbandes bei Ausfall eines anderen Übertragungsbandes auszubilden und eine geeignete Anordnung anzugeben.

- 20 Ein die Hauptaufgabe lösendes Verfahren ist im Patentanspruch 1 angegeben. In dem unabhängigen Patentanspruch 4 wird eine Lösung bei der Übertragung von mehreren Signalbändern angegeben. Die unabhängigen Anspruchsansprüche 15 und 16 beschreiben jeweils eine geeignete Anordnung.

- 25 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

- 30 Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahren ist es, daß bei Verwendung von zwei Pumpsignalen die Verkippung und der Signalpegel weitgehend unabhängig voneinander einstellbar sind. Durch das Verfahren kann das Signal, beispielsweise ein Wellenlängenmultiplexsignal, sowohl verstärkt als auch abgeschwächt werden. Außerdem kann die Verkippung in größeren
35 Bereichen geändert werden, so daß eine gewünschte Entzerrung des Signals erfolgt. Durch Pump-laser werden Pumpsignale mit Wellenlängen oberhalb und/oder unterhalb des Übertra-

gungsbandes eingespeist. Diese Pumpsignale entziehen dem Signal entweder Energie oder führen ihm Energie zu. Durch Veränderung der Pumpenergie wird das Signal also verstärkt oder gedämpft, wobei gleichzeitig eine Verkipfung auftritt.

5

Durch die geeignete Wahl der Pumplaser-Wellenlängen können Gewinn/Dämpfung und Verkipfung in weiteren Bereichen gesteuert werden. Auch kann bereits eine durch ein geeignetes Pumpsignal mit größerer Wellenlänge die erforderliche

10 Verkipfung erzielt werden.

Es ist vorteilhaft, wenn die Pumpenergie am empfangsseitigen Ende eingespeist wird, da dies zu seinem günstigeren Rauschverhältnis führt. Die Verkipfung ist abhängig vom Abstand der Wellenlänge des Pumplasers zur (mittleren) Wellenlänge des Signals. Die Anordnung kann vorzugsweise auch nur als Dämpfungsglied ausgeführt werden. Durch die Wahl der Pumpwellenlänge kann der Grad der Verkipfung in Abhängigkeit von der Dämpfung bestimmt werden. Ein solches „optisches Dämpfungsglied“ kann auch zur Pegelregelung des empfangsseitigen optischen Signals verwendet werden. Bei einem besonders einfachen auf den jeweiligen Anwendungsfall zugeschnittenen Dämpfungsglied wird nur ein Laser verwendet, wodurch eine gewünschte Abhängigkeit zwischen Dämpfung und Verkipfung hergestellt wird.

25

Beim Ausfall eines Übertragungsbandes bleibt der Pegel in dem ungestörten Übertragungsband dann nahezu konstant, wenn der Pumplaser entweder als Energielieferant oder als Energieabsorber eingesetzt wird, der die Wirkung des ausgefallenen Übertragungsbandes kompensiert. Da die zur Kompensation des ausgefallenen Übertragungsbandes benötigte Leistungsänderung des Pumplasers bekannt ist, wird seine entsprechende Leistung sehr schnell geändert, damit möglichst wenig Übertragungsfehler auftreten. Eine exakte Nachregelung ist im allgemeinen nicht erforderlich, kann jedoch zusätzlich vorgesehen werden.

30

35

Im allgemeinen ergibt sich ein günstigeres Signal-Geräusch-Verhältnis, wenn der Pumplaser auf der Empfangsseite eingesetzt wird. Hier kann die Steuerung gegebenenfalls auch in
5 den Empfangsverstärker eingreifen, um durch Steuerung seines Übertragungsverhaltens einen optimalen Pegelverlauf zu erreichen.

Um gleichzeitig mit dem Pegel die Verkippung des ungestörten
10 Übertragungsbandes auszugleichen, ist es vorteilhaft, wenn die Frequenz eines im ungestörten Betriebsfall abgeschalteten Pumplasers etwa der Mittenfrequenz des ausgefallenen Übertragungsbandes entspricht.

15 Für optimale Kompensation des ausgefallenen Übertragungsbandes ist es zweckmäßig, mehrere Pumplaser mit unterschiedlichen Wellenlängen unterhalb und/oder oberhalb der Übertragungsbänder zu verwenden. Eine optimale Kompensation ist bereits mit zwei Pumpsignalen mit unterschiedlichen
20 Wellenlängen möglich. Günstig - jedoch oft nicht zu realisieren - ist auch die Verwendung eines Pumplasers, dessen Frequenz zwischen beiden Wellenlängenbereichen liegt, da die Übertragungsbänder dann im gleichen Maß bezüglich Dämpfung bzw. Verstärkung behandelt werden.

25

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand von Figuren näher erläutert.

30 Es zeigen:

Figur 3 ein Prinzipschaltbild zur Pegeleinstellung eines optischen Signals,

Figur 4 den Pegelverlauf eines optischen Signals in
35 Abhängigkeit von zwei Pumpsignalen und

Figur 5 eine Einrichtung zur Pegelregelung.

- Figur 6 einen mit einem Pumplaser versehenen Übertragungsabschnitt,
- Figur 7 einen Übertragungsabschnitt mit empfangsseitig eingefügtem Pumplaser,
- 5 Figur 8 einen Übertragungsabschnitt mit einem sendeseitig und einem empfangsseitig eingefügten Pumplaser,
- Figur 9 einen Übertragungsabschnitt mit zwei empfangsseitig eingefügten Pumplasern in einem bevorzugtem Ausführungsbeispiel und
- 10 Figur 10 zwei empfangsseitig eingefügte Pumplaser für bidirektionalen Betrieb.

Figur 3 zeigt einen Übertragungsabschnitt mit einer Sendeeinrichtung S, beispielsweise einem Laser oder einem Verstärker, der ein optisches Signal OS_s mit einem größeren Wellenlängenbereich λ_s in einen Lichtwellenleiter LW einspeist, und eine Empfangseinrichtung R, die ebenfalls einen Verstärker aufweist. Bei dem optischen Signal kann es sich beispielsweise um ein digitales Multiplexsignal mit einer größeren

15 Bandbreite oder um ein Wellenlängen-Multiplexsignal handeln. Das durch die Übertragungsstrecke gedämpfte optische Signal (Empfangssignal) OS_E wird der Empfangseinrichtung R zugeführt.

25 Empfangsseitig sind zwei Pumplaser PL1 und PL2 angeordnet, die ein Pumpsignal PS1 mit einer Wellenlänge λ_B , die unterhalb der kleinsten Wellenlänge λ_{MI} des optischen Signals liegt, und ein Pumpsignal PS2 mit einer Wellenlänge λ_R , die oberhalb der größten Wellenlänge λ_{MA} des optischen Signals

30 liegt (Figur 2), über einen Koppler K in den Lichtwellenleiter einspeist. Das Pumpsignal PS2 schwächt das optische Signal OS_E ab. Je höher die Leistung des Pumpsignals, desto schwächer wird das optische Signal. Diese Schwächung nimmt mit der Differenz der Wellenlänge des optischen Signals zur

35 Wellenlänge des Pumplasers zu. Das Pumpsignal PS1 erhöht den Signalpegel wieder, die Verkipfung erfolgt aber in derselben Drehrichtung. Da aber der Abstand zum Frequenzband λ_s bzw.

dessen mittlerer bzw. kleinster Wellenlänge λ_{MI} ungleich dem Abstand der Wellenlänge λ_R des zweiten Pumpsignals ist, ergibt sich ein anderer Bezug zwischen Verstärkung und Verkip-
5 rung. So können unterschiedliche Verkipnungen bei einstellbaren Dämpfungs- oder Verstärkungswerten realisiert werden.

Soll ein von der Wellenlänge abhängiges "Dämpfungsglied" realisiert werden, so muß die Wirkung des Pumplasers mit „roter“ Wellenlänge (größer als die maximale Wellenlänge λ_{MA})
10 überwiegen. Soll dagegen ein Verstärker realisiert werden, so muß die Wirkung des „blauen“ Pumplasers mit „blauer“ Wellenlänge (kleiner als die minimale Wellenlänge λ_{MI}) überwiegen.

15 Bei einer vereinfachten Ausführungsform eines "Dämpfungsgliedes", bei der jedoch eine unabhängige Einstellung von Verkipnung und Pegel nicht mehr möglich ist, wird nur ein „roter“ Pumplaser verwendet.

20 Darüber hinaus können Verstärker auch mit mindestens zwei „blauen“ Pumplasern realisiert werden, die unterschiedliche Verkipnungen bei gleichen Verstärkungen ermöglichen. Ebenso können Dämpfungsglieder mit mindestens zwei „roten“ Pumplasern realisiert werden, die unterschiedliche Verkip-
25 ngen bei gleichen Dämpfungswerten ermöglichen.

In Figur 4 zeigt die Wirkung zweier Pumplaser. Der obere über gestrichelt aufgezeichnete Pegelverlauf (P - Pegel, λ - Wellenlänge) des optischen Empfangssignals OS_{E1} weist
30 zunächst bei kleinen Wellenlängen einen größeren und bei großen Wellenlängen einen kleinen Pegel auf. Dieser Verlauf, der den auf der Übertragungsstrecke wirksamen Raman-Effekt überkompensiert, wird durch sendeseitige oder empfangsseitige Filter oder Verstärker erzielt.

35 Sobald aber der Pumplaser PL2 eingeschaltet wird, kommt es zur Abschwächung des empfangenen Signals OS_{E2} , wobei die

kurzwelligeren (höherfrequenten) Signale stärker abgeschwächt werden. Wird der Pumplaser PL1 aktiv, so wird der Pegel wieder angehoben, die Verkippung des Empfangssignals OS_E verstärkt sich jedoch nochmals und es wird ein linearer Pegelverlauf erzielt.

Da die Abstände der Wellenlängen der Pumplaser zum Empfangssignal unterschiedlich sind, können Verkippung und Pegel in bestimmten Bereichen unabhängig voneinander eingestellt werden. Wenn die Wellenlängen beider Pumplaser größer als die maximale Wellenlänge des Empfangssignals sind, kann die Dämpfung in einem größeren Bereich und unabhängig von der Verkippung eingestellt werden. Entsprechendes gilt für blaue Pumplaser.

15

In Figur 5 zeigt einen Pumplaser PL als Teil einer empfansseitig angeordneten Regelschaltung. Ein Teil des optischen Empfangssignals OS_E wird als Meßsignal über einen Meßkoppler K2 ausgekoppelt und einer Steuerung ST zugeführt, die die Amplitude des optischen Empfangssignals durch Steuerung des Pumplasers, der sein Pumpsignal über einen Koppler K1 (als Koppler wird hier jede Einrichtung verstanden, die das Einspeisen eines Signals ermöglicht) in den Lichtwellenleiter einspeist, konstant hält. Die Steuerung kann zusätzlich in den Empfangsteil eingreifen und nach einem vorgegebenen Schema den Pumplaser und die Verstärkung bzw. Gewinnverkippung steuern. Anstelle einer Steuerung kann auch eine Regelschaltung oder die Kombination einer Steuerung und einer Regelung eingesetzt werden.

30

Figur 6 zeigt einen Streckenabschnitt mit einer Sendeeinrichtung S, beispielsweise einem sendeseitigen Verstärker, der ein optisches Signal OS in einen Lichtwellenleiter LW einspeist, einen Lichtwellenleiter LW und eine Empfangseinrichtung R. Das optische Signal besteht aus beispielsweise zweimal acht Kanälen, die in einem blauen Übertragungsband λ_B (1535 bis 1547 nm) und einem roten Übertragungsband λ_R (1550

bis 1562 nm) ausgesendet werden. Auf der Sendeseite - oder auch am Anfang eines beliebigen Streckenabschnitts zwischen den dargestellten Verstärkern - ist ein erster Pumplaser PL1 vorgesehen, der ein Pumpsignal PS mit konstanter Wellenlänge λ_{L1} über einen optischen Koppler K2 (als Koppler wird stets jede Einrichtung verstanden, die das Einspeisen eines Signals ermöglicht) in die Faser des Lichtwellenleiters LW schickt. Dies kann sowohl ein langwelliger "roter" Pumplaser sein, dessen Wellenlänge oberhalb der Wellenlänge des "roten" Übertragungsbandes bei ca. 1600 (bis ca. 1630 nm) liegt, als auch ein kurzwelliger "blauer" Pumplaser mit einer Wellenlänge bei 1480 nm (bis ca. 1440 nm).

Die Pumplaser können (zusammen mit geeigneten Filtern oder Verstärkern) sowohl im ungestörten Betrieb zur Kompensation des Ramaneffektes oder sonstiger Nichtlinearitäten als auch bei Ausfall eines Übertragungsbandes zur Kompensation der durch den Ramaneffekt hervorgerufenen Pegeländerung verwendet werden.

Geht man davon aus, daß bei ungestörtem Betrieb der Pumplaser aktiv ist, so ist (in der Regel) seine Leistung geringer als die Signalleistung. Wird ein langwelliger Pumplaser verwendet und fällt das rote Band aus, so muß die Pumpleistung erhöht werden, um dem blauen Übertragungsband mehr Energie zu entziehen. Fällt dagegen das blaue Band aus, so muß die Leistung des Pumplasers erniedrigt werden, damit dem "roten" Übertragungsband weniger Energie entzogen wird.

Bei einem kurzwelligen "blauen" Pumplaser liegen die Verhältnisse genau umgekehrt. Fällt das rote Band aus, so muß die Leistung erniedrigt werden, da dem blauen Übertragungsband bereits weniger Energie entzogen wird. Fällt dagegen das blaue Übertragungsband aus, so muß die Leistung des Pumplasers erhöht werden, um dem roten Übertragungsband die gleiche Energie wie bisher zuzuführen.

Eine geeignete Steuerung ST muß, um den Ausfall des Übertragungsbandes oder auch einzelner Kanäle festzustellen, zunächst die Signalpegel beider Übertragungsbänder separat messen. Hierzu werden die übertragenen Signale über einen Meßkoppler K1 und geeignete optische Filter FI1, FI2 Meßeinrichtungen ME zugeführt. Die Werte der gemessenen Signalpegel, beispielsweise der Summenpegel, werden einer Steuereinrichtung SE zugeführt, die die Leistung des Pumposzillators entsprechend der Änderung nachsteuert.

10

Der Pumplaser, der erst im Störfall Pumpleistung einkoppelt, kann auch auf der mittleren Frequenz des ausgefallenen Übertragungsbandes arbeiten, um eine optimale Kompensation zu ermöglichen.

15

Der Pumplaser kann bei Verwendung einer geeigneten Meßeinrichtung auch zur Korrektur von Pegel und Verkipfung eines beliebigen Signals verwendet werden.

20

In Figur 7 ist auf der Empfangsseite ein Pumplaser PL2 mit zugehörigem Koppler K3 und eine Steuerung ST mit zugehörigem Koppler K4 angeordnet. Die empfangsseitige Anordnung ist wegen des günstigeren Rauschverhalten vorzuziehen. Die Steuerung ST kann außerdem in Verstärkerstufen V und ein Dämpfungsglied D des Empfangsteils R eingreifen und die gesamte Verstärkung/Dämpfung sowie die Verkipfung optimieren.

25

In Figur 8 ist ein Streckenabschnitt dargestellt, in den sendeseitig - dies kann ein beliebiger Punkt zwischen Sendeeinrichtung S und Empfangseinrichtung R sein - ein erster Pumplaser PL1 und empfangsseitig ein zweiter Pumplaser PL2 Pumpsignale mit der gleichen Wellenlänge λ_{L1} über Koppler K2 bzw. K3 einspeisen. Hierdurch können schwächere Pumplaser verwendet werden. Durch den sendeseitigen Laser erfolgt auch eine schnellere Reaktion auf das ausgefallenes Signal/Übertragungsband. Ebenso können Pumplaser mit

30

35

unterschiedlichen Wellenlängen verwendet werden, um eine bessere Kompensation für das ausgefallene Signal zu erhalten.

5 In dieser und in den weiteren Figuren wird auf die Darstellung von Einzelheiten wie der Steuerung und der Messkoppler verzichtet.

10 In Figur 9 erfolgt die Einspeisung von Pumpsignalen PS2, PS3 mit verschiedenen Wellenlängen λ_{L2} , λ_{L3} durch zwei empfangs-
seitig angeordneten Pumplaser PL2, PL3 über einen entsprechenden Koppler K5. Hierdurch können die Leistungen der Laser
15 kleiner sein können. Durch eine Kombination eines geeigneten roten und eines blauen Pumplasers kann sowohl die Verkippung als auch die Pegeländerung optimal korrigiert werden. Prinzipiell kann eine bessere Kompensation auch durch zwei rote
oder zwei blaue Pumplaser mit unterschiedlichen Pumpfrequenzen erreicht werden.

20 Pumpsignale mit den entsprechenden Wellenlängen können zusätzlich sendeseitig in einer entsprechenden Kompensationseinheit KE eingespeist werden. Dann ist es beispielsweise auch möglich, die sendeseitige Kompensationseinheit mit einer Steuerung und die empfangsseitigen Pumplaser mit einer Regelung auszustatten.

25 Natürlich können prinzipiell auch mehr als zwei Pumplaser verwendet werden. Ebenso kann das Verfahren auch bei mehr als zwei Übertragungsbändern angewendet werden.

30 Figur 10 zeigt einen Übertragungsabschnitt für bidirektionalen Betrieb. Die Signale für unterschiedliche Übertragungsrichtungen werden durch Weichen W getrennt. Zwei Pumplaser PL2 und PL3 (oder auch jeweils zwei) speisen an beiden Enden des Übertragungsabschnittes Pumpsignale PS2 und
35 PS3 ein, um für jedes empfangene Signal - auch bei Ausfall eines Signals - eine optimale Kompensation zu erzielen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung der Verkipfung eines über einen Lichtwellenleiter (LW) übertragenen breitbandigen optischen Signals (OS_E , λ_B , λ_R) durch Einspeisen von mindestens zwei Pumpsignalen (PS1, PS2) mit unterschiedlichen Wellenlängen (λ_B , λ_R),
dadurch gekennzeichnet,
daß ein erstes Pumpsignal (PS1) mit einer Wellenlänge (λ_B) kleiner als die minimale Wellenlänge (λ_{MI}) des optischen Signals (OS) eingespeist wird,
daß ein zweites Pumpsignal (PS2) mit einer Wellenlänge (λ_R) größer als die maximale Wellenlänge (λ_{MA}) des optischen Signals (OS) eingespeist wird, das einen anderen Wellenlängenabstand zur mittleren Wellenlänge des optischen Signals (OS) als das erste Pumpsignal (PS1) aufweist und daß die Wellenlängen und Pegel der Pumpsignale (PS1, PS2) so gewählt sind, daß das optische Signal (OS_E , λ_B , λ_R) die gewünschte Verkipfung aufweist.
2. Verfahren Einstellung der Verkipfung eines über einen Lichtwellenleiter übertragenen breitbandigen optischen Signals (OS_E) durch Einspeisen von Pumpsignalen, dadurch gekennzeichnet,
daß ein Pumpsignal (PS) eingespeist wird, dessen Wellenlänge (λ_R) größer als die maximale Wellenlänge (λ_{SMA}) des optischen Signals (OS_E) ist und dessen Wellenlänge und Pegel so gewählt ist, daß das optische Signal (OS_E , λ_B , λ_R) die gewünschte Verkipfung bei einer vorgegebenen Pegeländerung aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens ein weiteres Pumpsignal (PS3) eingespeist werden, dessen Wellenlänge (λ_{L3}) ebenfalls größer als die maximale Wellenlänge (λ_{SMA}) des optischen Signals (OS_E) ist.

4. Verfahren zur Einstellung der Verkippung bei der optischen Signalübertragung über einen Lichtwellenleiter (LW), bei dem mehrere Pumpsignale (PS1, PS2) in den Lichtwellenleiter (LW) eingespeist werden,

5 dadurch gekennzeichnet,
daß mehrere Übertragungsbänder (λ_B , λ_R) über den Lichtwellenleiter übertragen werden,
daß die Signalpegel der Übertragungsbänder (λ_B , λ_R) gemessen werden und

10 daß bei einer Änderung, insbesondere bei Ausfall, des Signalpegels mindestens eines der Übertragungsbänder (λ_B , λ_R) mindestens ein Pumpsignal (PS1) in den Lichtwellenleiter (LW) eingespeist und sein Pegel so eingestellt wird, daß die Verkippung des mindesten einen ungestörten Übertragungsbandes
15 (λ_R) empfangsseitig zumindest nahezu konstant bleibt.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

20 daß mindestens ein weiteres Pumpsignal (PS2, PS3) mit einer unterschiedlichen Pumpwellenlänge (λ_{L2} , λ_{L3}) eingespeist wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

25 daß ein erstes Pumpsignal (PS1) mit einer Wellenlänge (λ_B) kleiner als die minimale Wellenlänge (λ_{MI}) der Übertragungsbändern (λ_B , λ_R) eingespeist wird
und daß ein zweites Pumpsignal (PS2) mit einer Wellenlänge (λ_R) größer als die maximale Wellenlänge (λ_{MA}) der Übertragungsbänder (λ_B , λ_R) eingespeist wird.

30

7. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

35 daß die Pumpwellenlänge (λ_{L1} , λ_{L2}) eines zur Kompensation eines ausgefallenen Übertragungsbandes verwendeten Pumplasers (PL1, PL2) etwa dessen mittlerer Wellenlänge entspricht.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,
daß bei Ausfall eines Übertragungsbandes (λ_B , λ_R) die Pegel
der Pumpsignale (PL1, PL2, PL3) aufgrund bekannter
notwendiger Leistungsänderungen sehr schnell eingestellt
5 werden und daß gegebenenfalls eine Nachregelung der
Verkipfung und des Signalpegels erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß jeweils die Wellenlänge (λ_{L1} , λ_{L2} , λ_{L3}) und der Pegel des
Pumpsignals (PS) oder der Pumpsignale (PL1, PL2, PL3) so
gewählt oder eingestellt wird, daß die gewünschte Verkipfung
bei einem gewünschten Pegel zumindest annähernd auftritt.

15 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß im ungestörten Betriebsfall die empfangsseitige
Verkipfung des empfangenen optischen Signals (OS_E) oder der
Übertragungsbänder (λ_B , λ_R) durch Regelung der Pumpsignale
20 (PS1, PS2, PS3) minimiert wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Pegel des empfangenen optischen Signals (OS_E) oder
25 des Übertragungsbandes (λ_B , λ_R) durch individuelle Regelung
der Pumpsignale (PS1, PS2) konstant gehalten wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
30 daß die Pumpsignale (PS1, PS2) am empfangsseitigen Ende eines
Übertragungsabschnitts (S, LW, R) eingespeist werden.

13. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
35 daß mindestens jeweils ein Pumpsignal (PS1, PS2) sendeseitig
und empfangsseitig eingespeist wird.

14. Verfahren nach Anspruch 5 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei bidirektionaler Übertragung Pumpsignale (PS1, PS2) an
beiden Enden eines Übertragungsabschnittes (S, LW, R) einge-
speist werden.

15. Anordnung zum Einstellen der Verkippung und des Pegels
eines über einen Lichtwellenleiter (LW) übertragenen
breitbandigen optischen Signals (OS_E) mit mindestens zwei
Pumplasern (PL1, PL2), die Pumpsignale (PS1, PS2) in den
Lichtwellenleiter (LW) Pumpsignale einspeisen,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein erstes Pumpsignal (PS1) mit einer Wellenlänge (λ_B)
kleiner als die minimale Wellenlänge (λ_{MI}) des optischen
Signals (OS) eingespeist wird,
daß ein zweites Pumpsignal (PS2) mit einer Wellenlänge (λ_R)
größer als die maximale Wellenlänge (λ_{MA}) des optischen
Signals (OS) eingespeist wird, das einen anderen
Wellenlängenabstand zur mittleren Wellenlänge des optischen
Signals (OS) als das erste Pumpsignal (PS1) aufweist und
daß die Wellenlängen und Pegel der Pumpsignale (PS1, PS2) so
gewählt sind, daß das optische Signal (OS_E , λ_B , λ_R) zumindest
annähernd die gewünschte Verkippung und den gewünschten Pegel
aufweist.

25

16. Anordnung zum Einstellen der Verkippung und des Pegels
bei der optischen Signalübertragung über einen
Lichtwellenleiter (LW) mit mindestens zwei Pumplasern (PL1,
PL2), die Pumpsignale (PS1, PS2) in den Lichtwellenleiter
(LW) einspeisen,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Steuerung (ST) vorgesehen ist, die die Signalpegel
von mindestens zwei Übertragungsbändern (λ_B , λ_R) mißt und bei
einer Änderung des Signalpegels, insbesondere eines Ausfalls,
mindestens eines Übertragungsbandes (λ_B) die Leistung der
Pumpsignale (PS1, PS2) so einstellt, daß die Verkippung in

35

dem mindestens einen ungestörten Übertragungsband (λ_R) empfangsseitig etwa konstant bleibt.

17. Anordnung nach Anspruch 16,

- 5 dadurch gekennzeichnet,
daß Pumplaser (PL1, PL2) vorgesehen sind, bei denen die
Wellenlängen ihrer Pumpsignale (PS1, PS2) so gewählt sind und
deren Leistungen so eingestellt werden, daß das ungestörte
Übertragungsband (λ_R) zumindest annähernd die gewünschte
10 Verkippung und den gewünschten Pegel aufweist.

18. Anordnung nach Anspruch 16 oder 17,

- dadurch gekennzeichnet,
daß eine Steuerung (ST) vorgesehen ist, die bei Ausfall eines
15 Übertragungsbandes (λ_B) die Leistung der Pumplaser (PL1, PL2,
PL3) aufgrund bekannter notwendiger Leistungsänderungen sehr
schnell einstellt.

19. Anordnung nach Anspruch 18,

- 20 dadurch gekennzeichnet,
daß eine Steuerung (ST) vorgesehen ist, die nachdem die
Leistung der Pumplaser (PL1, PL2, PL3) schnell eingestellt
wurde, die Verkippung und/oder den Pegel der ungestörten
Übertragungsbänder (λ_R) nachregelt.

25

20. Anordnung nach Anspruch 17, 18 oder 19,

- dadurch gekennzeichnet,
daß eine Steuerung (ST) vorgesehen ist, die zusätzlich die
Verstärkung und/oder Verkippung eines optischen Verstärkers
30 (V, D, V) in einem Sendeteil (S) und/oder in einem
Empfangsteil (R) einstellt.

Zusammenfassung

Verfahren zur Pegeleinstellung für optische Signale

- 5 In einen Übertragungsabschnitt (SLWR) wird über einen Koppler (K1) von einem Pumplaser Pumpenergie mit einer Wellenlänge (λ_p) eingespeist, die unter der Wellenlänge (λ_s) des optischen Signals (OS) liegt. Mit zunehmender Pumpleistung wird das optische Empfangssignal (OS_E) abgeschwächt, wobei Signale
10 mit höheren Frequenzen stärker gedämpft werden.

Figur 3

9
7
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT RECEIVED

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

HP
21700
2733
09/555295

Applicant's or agent's file reference GR 97 P 2982 P		FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE98/03254	International filing date (day/month/year) 06 November 1998 (06.11.98)	Priority date (day/month/year) 28 November 1997 (28.11.97)	
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04B 10/17			
Applicant SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT			

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.	
2. This REPORT consists of a total of <u>8</u> sheets, including this cover sheet.	
<input checked="" type="checkbox"/>	This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
These annexes consist of a total of <u>18</u> sheets.	
3. This report contains indications relating to the following items:	
I <input checked="" type="checkbox"/>	Basis of the report
II <input type="checkbox"/>	Priority
III <input type="checkbox"/>	Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
IV <input type="checkbox"/>	Lack of unity of invention
V <input checked="" type="checkbox"/>	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
VI <input type="checkbox"/>	Certain documents cited
VII <input checked="" type="checkbox"/>	Certain defects in the international application
VIII <input checked="" type="checkbox"/>	Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 23 June 1999 (23.06.99)	Date of completion of this report 09 February 2000 (09.02.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE98/03254

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages _____, as originally filed,
 pages _____, filed with the demand,
 pages 1-12, filed with the letter of 04 January 2000 (04.01.2000),
 pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. _____, as originally filed,
 Nos. _____, as amended under Article 19,
 Nos. _____, filed with the demand,
 Nos. 1-20, filed with the letter of 04 January 2000 (04.01.2000),
 Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/3-3/3, as originally filed,
 sheets/fig _____, filed with the demand,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☒ the claims, Nos. 21-23
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

See separate sheet.

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

4.

1. **Claims 1 and 15** are based on the original Claims 1, 3 and 5, and on the description, page 1, lines 19-22 (broad-band WDM), and page 3, lines 1-3 and 35-38 (tilting adjustment).

Claim 2 is based on the original Claims 2 and 3, and on the description, page 4, lines 1-4.

Claim 4 is based on the original Claim 14 and on the description, page 4, lines 19-31 (transmission band failure) and page 3, lines 1-3 and 35-38 (tilting adjustment).

Claim 16 is based on the original Claim 21 and on the description, page 3, lines 1-3 and 35-38 (tilting adjustment).

The **dependent claims** are based on the following original claims:

Claim 3 on the original Claim 4;

Claim 5 on the original Claim 15;

Claim 6 on the original Claim 5 and Figure 10;

Claim 7 on the original Claim 18;

Claim 8 on the original Claim 23 and page 4, lines 25-31;

Claim 9 on the original Claims 3 and 14;

Claim 10 on the original Claims 12 and 19;

Claim 11 on the original Claims 7 and 8;

Claim 12 on the original Claim 6;

Claim 13 on the original Claim 16;

Claim 14 on the original Claim 17;

Claim 17 on the original Claims 12, 19 and 21;

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 98/03254

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

Claim 18 on the original Claim 21 and page 4, lines
25-31;

Claim 19 on the original Claim 23 and page 4, lines
25-31;

Claim 20 on the original Claim 22.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 98/03254

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-20	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. Reference is made to the following documents:

D1: EP-A-0 139 081 (POLAROID CORP.), May 2, 1985

D2: EP-A-0 734 105 (FUJITSU LTD.), September 25, 1996

D3: GB-A-2 294 170 (FUJITSU LTD.), April 17, 1996

D4: JP-A-59 065 828 (NIPPON DENSHIN DENWA KOSHA), April 14, 1984.

2. For the purposes of the IPER, **Claim 1** is considered to be **dependent on Claim 2** (see also Box VIII, point 1.(a) of this Examination report).

3. PCT Article 33(2) and (3)

a) The application concerns a method for adjusting the tilting and level of optical systems, and to an arrangement therefor. **Claims 1, 2, 4, 15 and 16** are novel (PCT Article 33(2)), since the prior art, represented by documents D1-D4, does not indicate any corresponding solution for adjusting or compensating tilting, in particular in WDM systems with a plurality of transmission bands.

b) The invention addresses the problem of devising a method and arrangement for adjusting level and

tilting (i.e. for adjusting the level diagram depending on wavelength), it being possible to adjust level and tilting independently of each other.

c) The subjects of **Claims 1 and 15** differ from the closest prior art, represented by document D1, by the following feature:

- a second pump signal with a wavelength that is greater than the maximum wavelength of the optical signal is introduced, the difference between the wavelength of said pump signal and the average wavelength of the optical signal being different from that of the first pump signal [with a smaller wavelength than the optical signal], and the wavelength and level of the pump signal being chosen such that the optical signal has, at least approximately, the desired tilt and level.

Document D1 concerns an "optical communication system using raman repeaters and components therefor". D1 discloses a control unit which readjusts the pump laser following alteration of the signal level received. There is no indication concerning the introduction of pump signals in order to alter tilting of the undisturbed transmission band when one of several transmission bands in an optical fibre fails.

Nor does a combination of the prior art disclosed by documents D1 and D4 provide any indication of the proposed solution.

Claims 1 and 15 therefore involve an inventive step

(PCT Article 33(3)).

d) The solution to the above problem proposed in **Claim 2** of the present application involves an inventive step for the following reasons (PCT Article 33(3)):

The subject matter of **Claim 2** differs from the closest prior art, represented by document D4, by the following feature:

- a pump signal is introduced [...], the [...] level of which is chosen such that the optical signal has the desired tilt during a predetermined level alteration.

Document D4 concerns an "amplification system for optical signals" and discloses in particular the use of pump lasers with a greater wavelength than the original useful signal source. There is no indication concerning the introduction of pump signals in order to alter tilting, the level being chosen such that the optical signal has the desired tilt during a predetermined level alteration.

e) The subject matter of **Claim 4** differs from the closest prior art, represented by document D1, by the following feature:

- during an alteration, in particular during a failure, of the signal level of at least one of the transmission bands at least one pump signal is introduced in the optical fibre and its level is adjusted such that the tilt of the at least one undisturbed transmission band remains at least approximately constant on the reception

side.

Document D1 does not provide any indication concerning the introduction of pump signals in order to alter the tilting of the undisturbed transmission band during failure of one of a plurality of transmission bands in an optical fibre. Nor does a combination of the prior art disclosed by documents D1 and D4 provide any indication of the proposed solution.

Claim 4 therefore involves an inventive step (PCT Article 33(3)).

f) The subject matter of **Claim 16** differs from the closest prior art, represented by document D1, by the following feature:

- a control unit is provided which measures the signal levels of at least two transmission bands and, during alteration of the signal level, in particular failure of at least one transmission band, adjusts the strength of the pump signal such that the tilt in the at least one undisturbed transmission band remains approximately constant on the reception side.

D1 provides no indication concerning the introduction of pump signals in order to alter tilting of the undisturbed transmission band when one of several transmission bands in an optical fibre fails.

Claim 16 therefore involves an inventive step (PCT Article 33(3)).

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 98/03254

g) **Claims 3, 5-14 and 17-20** are dependent on **Claims 1, 2, 4, 15 and 16**, respectively, and therefore likewise meet the PCT novelty and inventive step requirements.

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. Pursuant to PCT Rule 11.13(m), the same feature must be denoted by the same reference sign throughout the application.

a) This requirement is not satisfied by the use of " λ_B , λ_R ".

(i) Reference signs λ_B , λ_R designate transmission bands (see **Claims 4, 6, 10, 11 and 16-19**, and Figures 1, 2 and 10).

(ii) However, the same reference signs are used in **Claims 1, 2 and 15**, and Figures 3 and 4 to characterise the wavelengths of pump lasers (otherwise designated by λ_{L1} , λ_{L2} , λ_{L3}).

(iii) In **Claims 1, 2 and 15**, reference signs λ_B , λ_R are also used to characterise broad-band optical signals "(Ose, λ_B , λ_R)" (otherwise designated by, for example, OS1(λ_B), OS2(λ_R)).

b) This requirement is likewise not satisfied by the use of reference signs "PL1, PL2, PL3":

Reference signs "(PL1, PL2, PL3)" designate pump lasers, but are also used in **Claims 8 and 9** to characterise pump signals, which are otherwise characterised by PS1-PS3 (see, for example, **Claim 10**).

c) Furthermore, the different reference signs " λ_{MA} " and " λ_{SMA} " are used for the maximum wavelength of the optical signal (see **Claims 1 and 2**).

2. **Claims 2, 3 and 15** contain orthographical mistakes.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 98/03254

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

1. PCT Article 6

a) **Claim 1** contains all the features of **Claim 2** and is therefore not correctly drafted as a claim dependent on Claim 2 (PCT Rule 6.4).